

## دستگاه‌های کاشت‌پذیر برای کودکان ناشنوا

امیرعباس ابراهیمی / دکتری تخصصی شنوایی‌شناسی / پژوهشگاه مطالعات آموزش و پرورش

**چکیده:** ایدهٔ فراهم کردن شنوایی برای کودکان ناشنوا با تحریک مصنوعی دستگاه حسی از امکانی آینده‌گرایانه به واقعیت پیوسته است. عموماً دستگاه‌های کاشت‌پذیر شنوایی برای گرفتن و ارائه صدا به دستگاه شنوایی طراحی شده‌اند. دست‌کم بخشی از این دستگاه‌ها با جراحی در سر کودک کاشته می‌شوند. در خردسالان ناشنوا، هدف از کاشت این دستگاه‌ها تسهیل رشد زبان‌گفتاری و فراهم کردن شنوایی کافی برای درک بهتر گفتار است. به تازگی استفاده از این دستگاه‌ها به طور چشمگیری افزایش یافته است. بخش بزرگی از این افزایش استفاده به ویژه کاشت‌های حلزونی ناشی از ترکیبی از افزایش آگاهی همگانی، پوشش هزینه‌های دستگاه و جراحی کاشت، انتخاب دستگاه‌های دوطرفه، کاشت در موارد باقیماندهٔ شنوایی قابل توجه و بهبود عملکرد است. کاهش اندازهٔ اجزای درونی و بیرونی دستگاه‌های کاشت و پیشرفت طراحی، انعطاف‌پذیری و کارکرد آنها، ادامه خواهد یافت. به علاوه، احتمال دارد دستگاه‌های کاملاً کاشت‌پذیر در آینده در دسترس باشند. امروزه، گزینه‌های درمانی شامل چندین دستگاه کاشت‌پذیر از جمله کاشت حلزونی (یکطرفه و دوطرفه)، کاشت دوگانه، و کاشت ساقه مغز شنیداری است. این مقاله، مروری است بر اطلاعاتی دربارهٔ این دستگاه‌ها، اجزا و شرایط نامزدی آنها.

**واژه‌های کلیدی:** کاشت حلزونی، کاشت دوطرفه، کاشت دوگانه، کاشت ساقه مغز، کودکان ناشنوا.

### مقدمه

در دستگاه شنوایی پستان‌داران دوره‌ای وجود دارد که در خلال آن رشد هنجارگفتار و شنوایی به طور زیان‌باری تحت تأثیر محرومیت از صدا قرار می‌گیرد. پس از یک دوره از چنین محرومیتی حتی اگر صدا به طور کامل به حالت نخست برگردد آسیب ایجادشده در مان‌پذیر نخواهد بود. سرشت این دوره زمانی که «دوره بحرانی» نامیده می‌شود به طور ذهنی در سرتاسر گونه‌ها همانند اما بدون شک زمان‌بندی و مقدار آن متفاوت است. راهبردهای مداخله‌ای در کودکان ناشنوا بر کاشت‌های حلزونی متمرکز شده و گرایش روبه‌رشدی به کاشت کودکان ناشنوا در سنین هرچه پایین‌تر وجود دارد. از این رو، آگاهی بیشتر در مورد این دستگاه‌ها ضروری به نظر می‌رسد (۱). در جلسه بعد با خود به کلاس آورد (پیش‌شان-پرورش-آموختن و...).

### کاشت حلزونی

احتمالاً نخستین تلاش برای رسیدن به حس شنوایی از راه تحریک الکتریکی به بیش از ۲۰۰ سال پیش برمی‌گردد

زمانی که آلساندرو ولتا<sup>۲</sup> باتری‌ای را به دو میله فلزی که در مجرای گوش‌های خود قرار داده بود متصل کرد. تجربه‌ای ناخوشایند (غرضی در سر، و صدایی قل‌قل‌مانند) که او خیلی کم تکرار کرد (۳، ۲). تجربه ولتا نشان داد تحریک الکتریکی بخش‌های محیطی دستگاه شنوایی می‌توانند موجب ادراک صدا شود. تا سال ۱۹۵۷ میلادی همچنان گزارش دیگری نبود (۳). نخستین تلاش نوین برای تحریک الکتریکی عصب شنوایی در سال ۱۹۵۷ میلادی رخ داد وقتی ایریس<sup>۳</sup> گوش‌پزشک<sup>۴</sup> فرانسوی و همکارش جورنو در پاریس نخستین تحریک مستقیم عصب حلزونی را با کاشت الکترودی روی عصب شنوایی مردی که مشتاق داشتن دست‌کم ذره‌ای حس شنیدن بود گزارش کردند (۲)، (۴). تحت بیهوشی موضعی الکترودی در دیوار استخوانی که گوش میانی را از حلزون جدا می‌کرد قرار داده شد. در پی تحریک الکتریکی بیمار شنیدن چند صدای انگشت‌شمار و برخی واژه‌های معمول را گزارش کرد. این اثر پایدار نبود و سرانجام کاشت برداشته شد. چهار سال پس از این تاریخ در

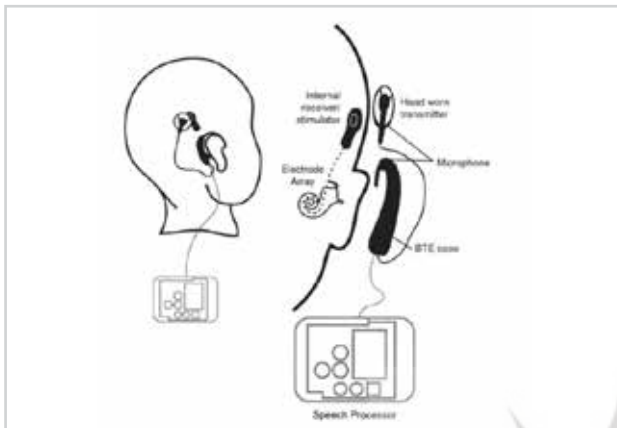
2- Alessandro Volta

3- Eyries

4- Otologist

1- Critical Period

می‌کند. کاشت حلزونی باید مؤلفه‌های بسامدی، دامنه‌ای، و زمانی سیگنال صوتی را رمزگزاری و تحلیل کرده و به الگوی تحریک الکتریکی تبدیل کند. در کل، مکان تحریک روی غشای پایه، اطلاعات بسامدی (زیرومی) را منتقل می‌کند. دامنه، با دامنه جریان محرک رمزگزاری می‌شود. نرخ<sup>۶</sup> و الگوی تحریک، سرخ‌های زمانی را منتقل می‌کنند (۶).



شکل ۱- اجزای دستگاه کاشت حلزونی با پردازشگر جیب و نحوه قرار گرفتن آنها بر روی سر کودک

## راهنمای نامزدی کاشت حلزونی

اصطلاحات و راهنمای نامزدی کاشت حلزونی بر حسب تولیدکننده‌ها متفاوت است، اما به طور کلی، حیطه‌های زیربنایی چشمگیری وجود دارد که توصیه شده هنگام تصمیم‌گیری در مورد نامزدی کاشت در کودکان، تیم کاشت به آنها توجه کنند. این حیطه‌ها که هیچ‌کدام از آنها برای تصمیم‌گیری به‌تنهایی کافی نیست و به تمام آنها باید به‌طور هم‌زمان توجه کرد عبارت‌اند از: (۱) سن و مقدار کم شنوایی، (۲) عملکرد کودک با سمعک (نمودار (۱)، (۳) انتظارات و تعهد خانواده به برنامه نو توان بخشی بلندمدت، و (۴) محدودیت‌های جسمانی و رشدی (۸). علاوه بر این، لازم است تیم کاشت توانایی شناختی کودک را در استفاده از سرخ‌های شنیداری به عنوان بخشی از برنامه ارزیابی پیش از کاشت کودکان در نظر بگیرد (۹).

## سن و مقدار کم شنوایی

بر اساس راهنمای استاندارد، کاشت حلزونی در کودکان ۱۲ ماهه یا بزرگتر انجام‌پذیر است. محدود شدن کمینه

سال ۱۹۶۱ میلادی ویلیام هاوس<sup>۱</sup> پدر عصب‌گوش پزشکی<sup>۲</sup> و همکارش جیمز دوپل<sup>۳</sup> در لس‌آنجلس<sup>۴</sup> تلاش دیگری را برای تحریک الکتریکی پایه‌های عصب شنوایی حلزون انجام دادند و چندین بزرگسال داوطلب را کاشت کردند (۲).

اگرچه هدف اصلی کاشت حلزونی، تنها فراهم آوردن اطلاعات گفتاری کافی برای تکمیل و کمک به گفتارخوانی افراد دیرناشنوا شده بود اما با پیشرفت سریع ریزپردازشگرها و نرم‌افزارها که موجب تخصیص بیشتر اطلاعات دریافت‌شده به وسیله عصب هشتم شدند انتظارات به سرعت افزایش پیدا کرد (۳). در سال ۱۹۷۷ میلادی نخستین جراحی کاشت روی کودکان انجام شد و کلود-هنری کوارد<sup>۵</sup> دانشجوی اِیریس دو کودک، یکی ده ساله و دیگری ۱۴ ساله را در فرانسه کاشت کرد. (۲، ۵). نخستین خردسال نیز که کودکی ۳ ساله بود در سال ۱۹۸۱ به وسیله دکتر هاوس تحت جراحی قرار گرفت (۵)

امروزه تمام دستگاه کاشت حلزونی دارای اجزای بیرونی و درونی هستند. اجزای بیرونی که روی سر قرار می‌گیرند عبارت‌اند از (۱) میکروفون که صدا را به سیگنال الکتریکی تبدیل می‌کند، (۲) پردازشگر گفتار که هسته کارکردی دستگاه کاشت است و در طول ۴۰ سال گذشته توسعه گسترده‌ای پیدا کرده سیگنال را رمزگزاری می‌کند، (۳) فرستنده که سیگنال‌های الکتریکی رمزگزاری‌شده را به اجزای درونی می‌فرستد. اجزای درونی که با جراحی در سر کاشته می‌شوند عبارت‌اند از (۱) گیرنده-تحریک‌کننده که سیگنال پردازشگر گفتار را به تکانه‌های الکتریکی تبدیل می‌کند، و (۲) آرایه الکترودی که تحریک را به عصب شنوایی تحویل می‌دهد (۶) (شکل ۱).

به طور متداول، مورد استفاده‌ترین دستگاه‌ها، چندالکترودی/چندکاناله هستند که از آرایه الکترودی پیش‌حلقوی یا مستقیم و انتقال تراپوستی استفاده می‌کنند. با این وجود، مؤثرترین تفاوت دستگاه‌ها، راهبرد پردازشی است که در نهایت سرشت تحریک الکترودها را تعیین می‌کند (۷). راهبرد پردازشی صوتی، روشی است که دستگاه کاشت حلزونی صدا را به تحریک الکتریکی عصب شنوایی تبدیل

1- William House

2- Neurotology

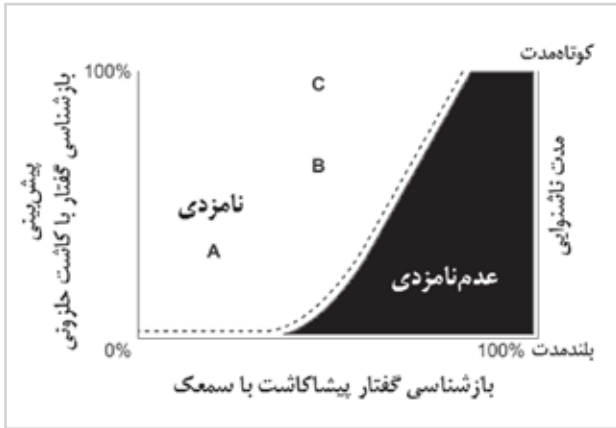
3- James Doyle

4- Los Angeles

5- Claude-Henri Chouard

6- Rate

نیمه‌شدید<sup>(۲)</sup> اگر با برآزش<sup>۳</sup> مناسب سمعک و مداخله درک گفتار قابل انتظاری نداشته باشند می‌توانند مورد به‌مورد برای کاشت بررسی شوند (۱۲).



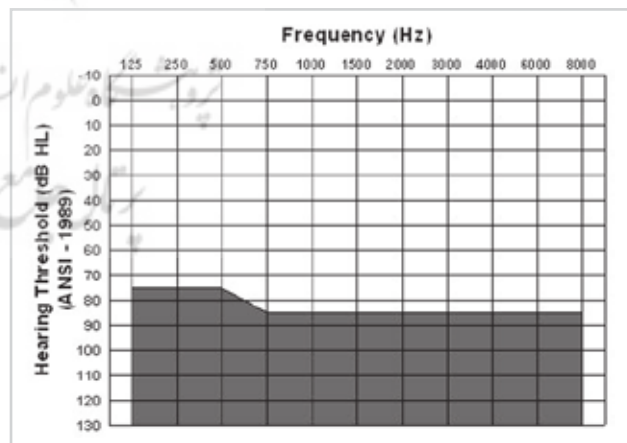
نمودار ۲ - الگوی نظری نتیجه کاشت حلزونی به عنوان تابعی از بازشناسی گفتار با سمعک پیش از عمل و مدت ناشنوایی.

الگو نشان می‌دهد چگونه پیش‌بینی بازشناسی گفتار با کاشت حلزونی چهارچوبی برای تعیین نامزدی کاشت فراهم می‌کند. محور x باقیمانده شنوایی را به‌صورت درصد پاسخ به محرک‌های گفتاری در بهترین وضعیت با سمعک، و محور y اندازه‌گیری مشابهی را به‌عنوان عملکرد با کاشت نشان می‌دهند. قدرت نامزدی کاشت را می‌توان در بافت حرکت در طول خط مرزی (خط چین) تا نقطه اوج (جایی که شنوایی ناشی از تحریک الکتریکی دستگاه کاشت حلزونی به‌طور پیش‌بینی‌پذیری از آنچه با سمعک قابل دسترسی است فراتر می‌رود) در نظر گرفت. ناحیه بالای خط نشان‌دهنده ظرفیت برتر درک گفتار از راه کاشت حلزونی (نامزدی) است در حالی که ناحیه زیر خط نشان‌دهنده عدم نامزدی است. نقاط A، B و C پیش‌بینی نتایج کاشت را بر اساس تصمیم بالینی و کودک نشان می‌دهند. نقطه A با فرض باقیمانده کم بازشناسی گفتار، نشان‌دهنده نامزدی با پیش‌بینی سودمندی متوسط است. نقطه B بر اساس باقیمانده بالاتر بازشناسی گفتار نامزدی قویتری را نشان می‌دهد. نقطه C بهترین نتیجه و اطمینان از نتیجه بسیار مثبت کاشت حلزونی را در اندازه‌گیری‌های مبتنی بر شنوایی پیش‌بینی می‌کند (۱۳).

سن توصیه‌شده به ۱۲ ماه به دلیل ملاحظات جراحی نیست بلکه به دلیل اختصاص زمان کافی برای تشخیص ناشنوایی با اطلاعات کامل شنوایی شناختی و ارزیابی عملکرد سمعک است (۱۰) و امروزه شیرخواران ۴ تا ۶ ماهه نیز در برخی مراکز کاشت می‌شوند (۱۱).

معیار کاشت حلزونی با توجه به آستانه‌های شنوایی‌سنجی بین کارخانه‌های کاشت متفاوت است. در کودکان نامزد کاشت، عامل اضافی معیار شنوایی‌سنجی سن ویژه<sup>۱</sup> وجود دارد. در خردسالان ۱۲ تا ۲۴ ماهه هرگاه میانگین کم‌شنوایی دوطرفه در محدوده گفتاری ۹۰ دسی‌بل یا بیشتر باشد ( $\geq 90$  dB HL) تردیدی در مورد کاشت حلزونی وجود ندارد (نمودار ۱). در کودکان بزرگتر از ۲۴ ماه (۲ تا ۱۸ سال) معیار شنوایی‌سنجی آسان‌گیرانه‌تر است و کم‌شنوایی حسی-عصبی دوطرفه شدید-عمیق ( $\geq 70$  dB HL) را دربر می‌گیرد که موجب می‌شود کودکان با باقیمانده شنوایی اندک بیشتری واجد شرایط نامزدی کاشت شوند. بازهم چنانچه کودک دارای کم‌شنوایی حسی-عصبی متوسط-عمیق باشد و با سمعک به‌خوبی برآزش شده و مداخله پیشرفت شنیداری نداشته باشد تیم کاشت حلزونی برای تعیین نامزدی، مورد به مورد قضاوت حرفه‌ای بالینی خواهند داشت (۱۰).

نمودار ۱ - محدوده پوشش نوعی خردسال یکساله نامزد کاشت حلزونی



به تدریج معیارهای کاشت گسترش پیدا کرده و کودکان دارای باقیمانده شنوایی بهتر را نیز دربر گرفته است. کودکانی که آستانه‌های شنوایی صوت ناب‌بهتری دارند (کم‌شنوایی

2- Moderate to severe

3- Fitting

1- Age-specific

## عملکرد کودک با سمعک

برای تعیین مقدار عملکرد شنیداری کودک با سمعک، باید سن کودک، مدت و تمرکز روند مداخله و توالی رشدی مورد انتظار را در نظر گرفت. در بسیاری از مراکز برای تعیین این‌که آیا انتظار بهبود درک‌گفتار یا مهارت‌های شنوایی در کودکی خاص برآورده شده یا خیر دست‌کم ۳ تا ۶ ماه استفاده تمام‌وقت از سمعک مناسب و توان بخشی فشرده لازم است. اگر کودک به‌طور موفقیت‌آمیزی از سمعک استفاده کند نامزد جراحی کاشت حلزونی نیست (۱۰) (نمودار ۲). در موارد ناشنوایی اکتسابی ناشی از مننژیت که دلایلی بر استخوانی‌شدن حتمی حلزون وجود دارد و می‌تواند کاشت را مشکل یا غیرممکن سازد، عموماً از دوره مشاهده/انتظار و کارآزمایی با سمعک چشم‌پوشی می‌شود.

جدول ۱ - حداقل شرایط کاشت حلزونی در کودکان

۱	سن دست‌کم ۱۲ ماه
۲	کم‌شنوایی حسی-عصبی دوطرفه عمیق
۳	تکمیل تمام روش‌های پیش‌ارزیابی
۴	نبود معلولیت اضافی مؤثر بر موفقیت بالقوه با کاشت
۵	مدرک قوی از حمایت خانواده
۶	علی‌رغم آموزش مؤثر و برآزش مناسب سمعک عدم پیشرفت رضایت‌بخش رشد شنیداری
۷	ارزیابی‌های مثبت و موافقت تیم کاشت حلزونی و خانواده کودک

اگرچه اثر قوی کاشت حلزونی در کودکان، فوق‌العاده تحسین‌شده در متون درباره موفقیت کودکان کاشت‌شده تفاوت‌های فردی چشمگیری دیده می‌شود. برخی کودکان ناشنوای پیش‌ازبانی کاربر کاشت حلزونی، عملکرد خوبی دارند و در فراگیری زبان‌گفتاری و گفتار فهم‌پذیر پیشرفت می‌کنند. با این وجود، برخی دیگر از این کودکان تنها در آگاهی از صدا پیشرفت می‌کنند و هرگز به نظر نمی‌رسد همانند کاربران فوق‌العاده خوب، زبان را به‌طور کامل فراگیرند یا گفتار فهم‌پذیری با درجه یا مهارت یکسان تولید کنند. کمینه معیارهای انتخاب کاشت حلزونی کودکان در جدول ۱ خلاصه شده است. به عنوان بخشی از معیار انتخاب کودکان برای کاشت حلزونی، همچنین ارزیابی دقیق برخی تناقض‌ها برای

کنار گذاشتن کودکان با کم‌شنوایی ناشی از عصب شنوایی یا اختلال راه‌های شنوایی مرکزی، کودکان با عفونت گوش میانی و بیرونی فعال، پارگی پرده گوش، استخوانی‌شدن حلزون (که مانع از جای‌دهی الکتروود می‌شود) و حساسیت یا تحمل‌ناپذیری مواد کاشتینه لازم است (۹).

## کاشت حلزونی دوطرفه

امروزه کاشت حلزونی دوطرفه (BCI) در کودکان معمول شده و تقریباً ۷۰ درصد کودکان کاربر کاشت حلزونی برای سودمندی از شنوایی دوگوشی از دو دستگاه کاشت استفاده می‌کنند. در واقع، در ایالات متحده کاشت حلزونی دوطرفه در کودکان ناشنوا استاندارد شده است (۹). با این وجود، از آنجا که در تمام مداخلات پزشکی، محافظه‌کارانه‌ترین درمانی که مزیت دوگوشی را فراهم کند، ترجیح‌پذیر است به‌طور خودکار، کاشت حلزونی دوطرفه تنها به دلیل این‌که کودک نامزد کاشت یک‌طرفه است پذیرفتنی نیست. این فلسفه، دست‌کم برنامه‌ریزی برای کارآمدترین استفاده از دو گوش به‌جای محدودکردن تمرکز بر یک کاشتینه حلزونی را تشویق می‌کند (۱۴). بنابراین، هرگاه امکان‌پذیر باشد برای کمک به رشد شنوایی و سودبردن از مزیت شنوایی دوگوشی، تحریک شنوایی دوطرفه حیاتی است (۹). در برخی موارد مزیت شنوایی دوگوشی تاحدی از راه شنوایی دوشیوه‌ای<sup>۲</sup> امکان‌پذیر است (۱۴). نظریه این است که کودکان کاربر کاشت حلزونی یک‌طرفه اگر در گوش مقابل دارای باقیمانده شنوایی باشند برای سود بردن از تحریک دوگوشی در گوش کاشت‌نشده از سمعک استفاده کنند. در مواردی که در ارزیابی‌های بالینی استفاده از سمعک دگر سو زیان‌بار تشخیص داده شود کاشت حلزونی دوطرفه انجام‌پذیر است (۶). در کاشت حلزونی دوطرفه، کاشتینه‌ها ممکن است همزمان (کاشت هر دو کاشتینه در خلال یک جلسه جراحی) یا متوالی (کاشت کاشتینه دوم مدت زمان طولانی پس از کاشت کاشتینه نخست) کاشت شوند. همزمان یا متوالی بودن جراحی کاشت به ترجیح جراح یا تیم کاشت حلزونی وابسته است (۹).

1- Bilateral Cochlear Implant

2- Bimodal Hearing



اثر بگذارد: که آیا کاشت حلزونی دوطرفه مناسب است یا خیر و اگر چنین است کدام رویکرد [همزمان یا متوالی] بهترین است (۱۴). در کودکان مزیت دوگوشی به دست آمده از دو کاشت حلزونی بهبود مکان‌یابی صدا و درک گفتار در نطفه زمینه و شاید از همه مهمتر اثرات افزونگی و تجمع دوگوشی باشد. کاشت حلزونی دوطرفه موجب می‌شود سیگنال بلندتر باشد و کودک هنگام شنیدن با دوگوش در مقایسه با شنیدن با یک گوش صداهای آهسته‌تر را بشنود (۹). بر اساس مطالعات چاپ‌شده تا این زمان ویژگی‌های زیر برای کاشت حلزونی دوطرفه در کودکان برشمرده شده است. معمولاً در این مطالعات وضعیت‌های دوگوشی با یک‌گوشی در یک نفر مقایسه شده است:

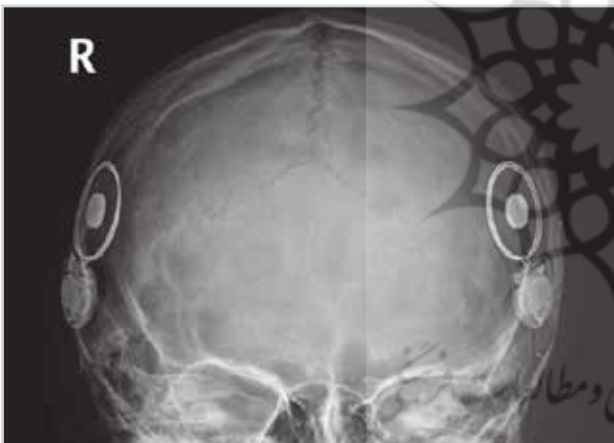
۱. هرچه کودک در زمان دریافت هر دو کاشتینه کوچکتر باشد احتمال دارد نتیجه توانایی ادراک گفتار در هرگوش و سودبردن از سرخ‌های دوگوشی بهتر باشد.
۲. جراحی کاشت حلزونی دوطرفه کودکان کوچکتر از ۱۲ ماه به وسیله جراح زبردست، ایمن و به خوبی تحمل‌پذیر است.
۳. به نظر می‌رسد در خردسالان، کاشت حلزونی دوطرفه همزمان (یا دست‌کم توالی کوتاه با فاصله بین کاشت کمتر از ۳ ماه) نسبت به جراحی متوالی تأخیری دارای مزیت‌های عصب‌رشدی (یکپارچگی دوگوشی ساقه مغز) باشد (۱۴).
۴. کودکانی که کاشتینه نخستین را در خردسالی (کمتر از ۳ سالگی) دریافت کنند اما تا چندسال بعد دومین کاشتینه را دریافت نکنند احتمال دارد گوش نخست دارای پرتی ذهنی و عینی در مورد توانایی‌ها و ترجیح شنیداری باشد.
۵. کودکان بزرگتر با کاشت متوالی با وقفه بین کاشتی بلندمدت هنوز هم می‌توانند از کاشت دوم سود ببرند. اما نتیجه موفق، نیازمند انگیزه قوی کودک و والدین، و تمرکز درمان بر کاشت دوم است.
۶. توانایی مکان‌یابی و شنوایی فضایی در کودکان دارای کم‌شنوایی عمیق به دریافت کاشتینه حلزونی دوطرفه بسیار وابسته است. به نظر می‌رسد توانایی‌های شنوایی فضایی با مدت‌زمان تجربه و سن کاشت حلزونی دوطرفه مرتبط باشد.
۷. مزایای کاشت حلزونی دوم در طول زمان پدیدار

رویگرد پزشکی مبتنی بر شواهد، گروه‌های نامزد کاشت حلزونی دوطرفه را در کودکان بر اساس چندین ویژگی مشخص می‌کند. از جمله:

۱. سن هر کاشت (در کودکان هر چه خردسال‌تر، بهتر)،
  ۲. مدت زمان کم‌شنوایی عمیق برای هر گوش (هرچه کمتر، بهتر)،
  ۳. باقیمانده شنوایی گوش بهتر و پیش‌بینی مزیت شنوایی دوشیوه‌ای. اگر پس از کاشتینه نخست سود چشمگیر دوشیوه‌ای مورد انتظار باشد یا اثبات شود تصمیم در مورد کاشت دوم را می‌توان به تأخیر انداخت،
  ۴. ادراک والدین از باقیمانده شنوایی هر دو گوش (یعنی، آیا والدین مزیت شنوایی باقیمانده در یک گوش را در می‌یابند)،
  ۵. کم‌شنوایی نوسانی و یا پیش‌رونده (در پیشرفت کم‌شنوایی، در مورد زمان مناسب کاشت حلزونی یکطرفه و دوطرفه تصمیم‌گیری باید کرد)،
  ۶. ناهنجاری‌های کالبدشناختی (یعنی، بدشکلی حلزونی، ناگشودگی مادرزادی مجرای گوش، بازبودن حفره‌های ماستوئید). در این موارد رویکرد جراحی متوالی ترجیح داده می‌شود،
  ۷. وضعیت‌های پیچیده‌کننده یا چندابتلایی (یعنی، عصب آسیب شنوایی، عفونت گوش میانی). در این موارد رویکرد جراحی متوالی ترجیح داده می‌شود،
  ۸. تاریخچه مننژیت (کاشت دوگوش به محض امکان)،
  ۹. درجه موفقیت با کاشت نخست،
  ۱۰. فلسفه/انگیزه والدین برای درمان (کاشت حلزونی دوطرفه رویکرد جامع‌تری است که نیاز به موافقت والدین دارد)،
  ۱۱. اندازه‌گیری‌های رشد شنوایی مرکزی (یعنی، پتانسیل‌های برانگیخته شنیداری قشری که امروزه خیلی در دسترس نیستند).
- هر یک از این عوامل ممکن است بر تصمیم‌گیری

نگرانی مهمی که از آغاز هرگونه بحث مرتبط با کاشت حلزونی دوطرفه مطرح بوده احتمال محروم شدن کاربران BCI از پیشرفت‌های فناوری آینده است. به‌ویژه، نگرانی اصلی عمدتاً با پژوهش در مورد یاخته‌های مویی گوش داخلی مرتبط است. کودکان کاشت‌شده احتمالاً همیشه نامزد پیشرفت‌های آینده دستگاه‌های کاشت حلزونی هستند به‌گونه‌ای که در حال حاضر جایگزینی چندباره کاشتینه حلزونی با جراحی و بدون از بین رفتن عملکرد انجام‌پذیر است. با این وجود، احتمال دارد تغییرات درون حلزونی ناشی از کاشت موجب شود درمان‌هایی همچون بازسازی یاخته‌های مویی بی‌اثر یا دست‌کم کم‌اثر شوند. بنابراین، این پرسش مطرح می‌شود آیا لازم است دست‌کم یک گوش کودکان کاشت‌شده را کنار گذاشت تا کودک از درمان‌های آینده سود ببرد یا خیر؟ (۱۴). در شکل ۲ نحوه پرتونگاری کاشت حلزونی دوطرفه نشان داده شده است.

شکل ۲- پرتونگاری کاشت حلزونی دوطرفه



### توان بخشی کاشت حلزونی دوطرفه

توان بخشی شنوایی بخش ضروری کاشت حلزونی در تمام سنین است و برای خوگیری و استفاده مغز کودکان ناشنوای پیش‌سازبانی به سیگنال تازه کاشت نقش حیاتی داشته و به فراگیری زبان منجر می‌شود. کاشت حلزونی دوطرفه چند ملاحظه منحصر به فرد دارد: در کودکان با کاشت همزمان، درمانگر علاوه بر پیشرفت کلی کودک باید به پیشرفت هر گوش به‌تنهایی توجه کند. این موضوع به‌ویژه در کودکانی صدق می‌کند که شنوایی شناس برنامه‌ریزی‌کننده کاشت در مورد پیشرفت شنیداری-کلامی کودک از درمانگر

می‌شوند و ممکن است با چندسال تجربه پیوسته کاشت حلزونی دوطرفه، بهبود یابند.

۸. همچون بهبود سودمندی کاشت حلزونی یکطرفه زود هنگام که تا این تاریخ مثبت است داده‌ها در مورد مقرون به صرفه بودن کاشت حلزونی دوطرفه در کودکان همچنان پدیدار می‌شوند (۱۴).

به‌علاوه در خردسالان ناشنوا فراهم کردن درون‌داد صوتی برای هر دو گوش به قرینگی هنجارمانند مسیرهای شنوایی کمک کند (۱۵) و موجب این اطمینان می‌شود که صدا در هر دو سمت مغز پردازش و بنابراین، رشد قشر شنوایی راست و چپ در یک توالی هنجار امکان‌پذیر می‌شود. مزیت رشدی تشخیص داده‌شده با کاشت دوطرفه در خردسالان ناشنوا دلایل مهمی برای فراگیری زبان، موفقیت آموزشی، فرصت‌های تحصیلی و شغلی دارد. نتایج مقدماتی کودکانی که همزمان با دو دستگاه کاشت شده‌اند در مقایسه با خردسالانی که تنها از یک کاشتینه استفاده می‌کنند رشد سریع‌تر مهارت‌های شنیداری را در خردسالان دارای کاشتینه دوطرفه نشان می‌دهد (۶).

به دلیل افزایش خطر جراحی و هزینه کلی، وزن‌دهی مزایای کاشت‌های حلزونی دوطرفه در کودکان نسبت به یک دستگاه مهم است. پژوهش نشان داده کودکان ناشنوا با کاشت دوطرفه در مقایسه با کودکان با کاشت یک طرفه به‌طور چشمگیری بیشتر احتمال دارد برای ارتباط از آواسازی، و هنگام ارتباط با بزرگسالان از شنیدن استفاده کنند. این یافته‌ها مستقل از سن کاشت و مدت زمان ناشنوایی بوده‌اند (۹).

نظر بر این است که کاشت حلزونی دوطرفه همزمان به دلیل کاهش خطر بیهوشی، صرفه‌جویی در هزینه‌های جراحی و اقامت اضافی در بیمارستان، کاهش جلسات پیگیری اضافی و کاشتینه‌نگاری در مقایسه با کاشت حلزونی دوطرفه متوالی با فاصله زیاد (که موجب ناهمخوانی در زمان‌بندی فعالیت دو سمت ساقه مغز می‌شود) با چالش کمتری روبرو است (۶). علی‌رغم توصیه به کاشت همزمان چنانچه والدین تصمیم به کاشت متوالی داشته باشند زودترین زمان ممکن و ترجیحاً ظرف ۱۲ ماه پس از کاشت نخست توصیه می‌شود (۱۶).

برای رسیدن به عملکرد مطلوب گوش دوم در این کودکان بزرگتر دارای کاشت متوالی روشن است. داده‌های منتشر شده در متون چشم‌پزشکی نشان دهنده همبستگی تنبلی چشم دوران کودکی با محرومیت حسی سمت برتر است در حالی که تحریک انتخابی سمت تازه به بیشترین بهره عملکرد در سمت دوم منجر می‌شود. با این وجود، درخواست از کودکان بزرگتر تا برای دوره‌های زمانی طولانی از کاشتینه نخست استفاده نکنند معمولاً به مقاومت سفت‌وسخت کودک می‌انجامد چون به شنوایی و گوش نخست در کارکرد روزانه بسیار وابسته هستند. البته این موضوع استثناهایی نیز دارد و برخی کودکان پیش‌دستانی و سن مدرسه بدون استفاده از راهبردهای ویژه با سیگنال کاشت دوم یکپارچه شده‌اند. درمانگر باید در مورد آنچه برای هر کودک لازم و به لحاظ منطقی عملی است به توافق رسیده و پیشرفت هر کودک را پایش کند (۱۴).

### کاشت حلزونی دوگانه

دستگاه‌های دوگانه با ارائه اطلاعات بسامد بالا از راه آرایه الکترودی کاشت‌شده و اطلاعات صوتی بسامدپایین از راه سمعک در همان گوش از تحریک الکتریکی - صوتی (EAS) استفاده می‌کنند (۱۷). اساس دستگاه‌های تحریک الکتریکی - صوتی این‌گونه است که پس از جراحی کاشت حلزونی با استفاده از شگردهای دقیق جراحی<sup>۲</sup> (۱۸) و طراحی الکترودهای خاص (الکتروود کوتاه‌تر به جای قراردادن الکتروود سنتی عمقی (۹))، ضربه به ساختارهای گوش داخلی به حداقل رسیده، حفظ شنوایی بسامدپایین امکان‌پذیر شده (۱۷) و ترکیبی از ادراک شنیداری بسامدپایین و ادراک الکتریکی بسامدمیان و بالا در همان گوش به دست می‌آید (۱۹).

دستگاه کاشت حلزونی دوگانه برای افراد دارای شنوایی بهنجار یا کم‌شنوایی ملایم تا متوسط در بسامدهای پایین تا تقریباً ۱۰۰۰ هرتز، همراه با شبیهی به سمت کم‌شنوایی شدید - عمیق در بسامدهای بالا قابل تجویز است (۱۸) (نمودار ۳). در مقایسه با دستگاه‌های کاشت حلزونی مرسوم، یافته مهم کاشت دوگانه بهبود عملکرد بازشناسی گفتار در نطفه است.

درونداد می‌گیرد. برنامه‌ریزی مطلوب و یا حتی کارکرد درست کاشتینه هر گوش را نباید بدیهی پنداشت. بنابراین، درمانگر باید در زمان‌هایی عملکرد شنیداری هر گوش را به تنهایی ارزیابی کرده و از والدین در مورد ترجیح یا خودداری کودک در مورد یک کاشت نسبت به کاشت دیگر بازخورد بگیرد. کودکان با کاشت متوالی هم موجبات وضعیت‌های چالشی‌تری را برای درمانگر شنیداری-کلامی فراهم می‌آورند. نامزد کاشت حلزونی متوالی با کاشت نخست خود عملکرد خوبی دارد و اغلب برای آن گوش درمان شنیداری-کلامی را با موفقیت به پایان می‌رساند. والدین باید پیش از عمل متقاعد شوند اگرچه کودکان کاربر باتجربه کاشت حلزونی است در صورت کاشت دوم، برای پیشرفت مطلوب گوش تازه کاشت‌شده ورود دوباره به درمان ضرورت دارد. چنین نظری اغلب با مقاومت و ناپاوری روبرو می‌شود. دقیقاً چون حالاکودک گوشی با عملکرد بالاتر دارد که با آن کاشت تازه مقایسه می‌شود (موقعیتی کاملاً برخلاف شرایط زمان جراحی کاشت نخست) که ممکن است موجب ناامیدی و سرخوردگی شود چون اغلب روند تنظیمی طی شده پس از کاشت نخست به فراموشی سپرده شده است. درمانگر باتجربه با تکنیک‌های درمان، پیشنهادهای درمان خانگی و آموزش والدین نقش مهمی در کاهش این مشکلات بازی می‌کند.

کودکان ناشنوای پیش‌زبانی با کاشت حلزونی متوالی منحصر به فردترین چالش توانبخشی تمام گروه‌های نامزد کاشت را نشان می‌دهند. در کار با این کودکان فرایندهای عصب‌رشدی وابسته به سن، نقش اصلی تفاوت نتیجه بین گوش‌های کاشت‌شده را در سنین مختلف برعهده دارند. در این رابطه، گاه درمانگر شنیداری-کلامی علی‌رغم کاشت نخست بسیار برتر با وظیفه دشوار تشویق به استفاده و بهینه‌سازی عملکرد کاشت دوم روبرو می‌شود. اگر کاشت کودک زود هنگام (پیش از ۳ سالگی) باشد دشواری تنظیم کاشت حلزونی دوم با فاصله بین‌کاشتی و سن کاشت دوم مرتبط است. در چنین کودکی با فاصله بین‌کاشتی حتی به اندازه چندسال، در بیشتر موارد برتری گوش نخست دائمی به نظر می‌رسد. با این وجود، گوش دوم هنوز هم می‌تواند سود چشمگیری به دست آورد و با استمرار توانایی‌های تمیز گفتارش در مجموعه بازگسترش پیدا کند. بهترین روش

1- Electroacoustic Stimulation

2- Soft Surgery Technique



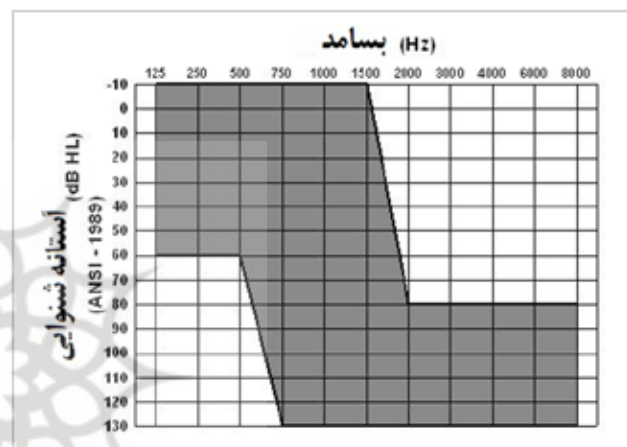
معیارهای سازمان غذا و داروی ایالات متحده برای کاشت ساقه مغز عبارتند از: ۱. سن بالاتر از ۱۲ سال، ۲. تشخیص NF-2، ۳. انگیزه بالا برای شرکت در روند توانبخشی، ۴. انتظارات مناسب و ۵. داشتن ثبات روان‌شناختی (همان‌گونه که دیده می‌شود هیچ معیار شنوایی شناختی وجود ندارد). از سال ۱۹۹۷ میلادی در برخی مراکز بیرون از ایالات متحده معیارهای کاشت ساقه مغز به کودکانی که کاشت حلزونی در آنها به دلیل آسیب‌شناسی حلزون یا عصب حلزونی مادرزاد یا اکتسابی امکان‌پذیر نبود گسترش پیدا کرد (جدول ۲).

جدول ۲- معیارهای کاشت مغز ساقه شنیداری در کودکان (۲۱)

۱	نارویش <sup>۵</sup> عصب حلزونی،
۲	استخوانی شدن <sup>۶</sup> حلزون (عارضه معمول مننژیت)،
۳	بدشکلی شدید حلزونی،
۴	ناهمزمانی شنیداری <sup>۷</sup> شدید،
۵	آسیب به عصب حلزونی پس از ضربه به سر،
۶	نتیجه ضعیف از کاشت حلزونی.

این کودکان برای ایمنی جراحی و استفاده از مزیت شکل‌پذیری عصبی مسیرهای شنیداری مرکزی باید بین ۱۸ ماه تا ۳ سالگی کاشت شوند. به طور چشمگیری، چندین مطالعه بالینی عملکرد شنیداری بهتری را در کاربران غیر توموری در مقایسه با کاربران تومور ساقه مغز نشان داده‌اند. به نظر می‌رسد بهترین کارکرد کاشت ساقه مغز به عنوان ابزاری برای کشف و افتراق صداهای محیطی متفاوت و تقویت لبخوانی باشد. تمیز و شناسایی صدا امکان‌پذیر است اما بازشناسی گفتار در مجموعه باز نادر است (۲۲).

همچنین استفاده از کاشت دوگانه همراه با سمعک‌های مرسوم در گوش مقابل نیز امکان‌پذیر است (۹). پژوهش نشان داده دو گروه از کودکان از تحریک الکتریکی صوتی سود می‌برند و ادراک گفتار پس از جراحی به سرعت در آنها بهبودی نشان می‌دهد: (۱) کودکان کاربر پلاتینی سمعک (آستانه‌های شنوایی بین ۶۰ تا ۹۰ دسی‌بل) پیش از عمل که نامزد سنتی کاشت حلزونی محسوب می‌شوند، (۲) کودکان با کم‌شنوایی سرسره‌ای<sup>۱</sup> که آستانه‌های شنوایی پیش از عمل و ظرفیت شنیداری آنها از معیار انتخاب هنجار فراتر می‌رود (۲۰). نمودار ۳ ناحیه خاکستری محدوده آستانه‌های در نظر گرفته‌شده برای تحریک الکتریکی-صوتی را نشان می‌دهد.



### کاشت ساقه مغز<sup>۲</sup>

در سال ۱۹۷۹ میلادی کاشت ساقه مغز (ABI<sup>۳</sup>) برای بیماران دچار ناشنوایی ناشی از پی‌تارتود نوع ۲ (NF-2)<sup>۴</sup> در ایالات متحده آمریکا انجام شد. در افراد دچار NF-2 عصب حلزونی به دلیل جراحی یا تومور به‌طور دوطرفه کارکرد خود را از دست می‌دهد و بنابراین، فرد از کاشت حلزونی سودی نمی‌برد. در کاشت ساقه مغز، عصب حلزونی دور زده می‌شود و مستقیماً هسته‌های حلزونی در ساقه مغز با محرک‌های شنیداری تحریک می‌شوند. در شکل ۳ اجزای دستگاه کاشت ساقه مغز دیده می‌شود.

شکل ۳- دستگاه کاشت ساقه مغز Nucleus 24. الف) دستگاه بیرونی شامل میکروفون و پردازشگر گفتار پشت‌گوشی، و سیم‌پیچ فرستنده، ب) دستگاه درونی شامل گیرنده-تحریک‌کننده، آرایه الکترودی و الکترود زمین‌بار، ج) آرایه شامل ۲۱ الکترود فعال پلاتینی.

- 1- Ski-slope
- 2- Brain-stem Implant
- 3- Auditory Brainstem Implant
- 4- Neurofibromatosis- 2

- 5- Aplasia
- 6- Ossification
- 7- Auditory dys-synchrony



## بحث و نتیجه گیری

هلن کلر نوشت «شخصیت در آرامش و آسایش رشد نمی‌کند. روح تنها با آزمودن و رنج‌بردن نیرو می‌گیرد، بلندپروازی الهام گرفته می‌شود و موفقیت به دست می‌آید.» این عبارت چالش پیش‌روی کودکان کم‌شنوا/ ناشنوا است. پژوهشگران دستگاه‌های کاشت‌پذیر شنوایی برای دهه‌ها تلاش کرده‌اند تا از چنین رنجی بکاهند. به تازگی استفاده از این دستگاه‌ها به طور چشمگیری افزایش یافته است. بخش بزرگی از این افزایش استفاده به ویژه کاشت‌های حلزونی ناشی از ترکیبی از افزایش آگاهی همگانی، پوشش هزینه‌های دستگاه و جراحی کاشت، انتخاب دستگاه‌های دوطرفه، کاشت در موارد باقیمانده شنوایی قابل توجه و بهبود عملکرد است (۲۳).

تاریخچه رشد شنید افزارهای کاشت‌پذیر تقریباً دنباله‌روی پیشرفت‌های فناوری الکترونیک، عموماً کوچک و پیچیده کردن ریزمدارها، مواد مورد استفاده و پردازش صدا است. اگرچه نیاز افراد نیروی پیشران اولیه پشت شنیدافزارهای کاشت‌پذیر است این پیشرفت‌های رایج فناوری که از حیطه‌های نامرتبط قرض گرفته شده‌اند برای به‌بارنشستن چشم‌انداز تعداد کمی از بالین‌گران پیشگام ضروری بوده‌اند. پیشرفت‌های آینده در حیطه دستگاه‌های کاشت‌پذیر بسیار پیش‌بینی‌پذیر و مورد انتظار است. برخی کارخانه‌های دستگاه‌های کاشت، پردازشگر صدای بیرونی ضد آب به بازار عرضه کرده‌اند (۲۳) و برخی دیگر در حال ارزیابی تکنیک‌هایی برای دارورسانی به حلزون از راه آرایه الکترودی هستند. چنین داروهایی از تباهی<sup>۱</sup> آتی دستگاه‌های شنیداری به دنبال کاشت جلوگیری خواهند کرد یا با جلوگیری از رشد بافت در درون حلزون نیاز به تأمین نیرو<sup>۲</sup> را پایین نگاه خواهند داشت. کاهش اندازه اجزای درونی و بیرونی دستگاه‌های کاشت و پیشرفت طراحی، انعطاف‌پذیری و کارکرد آنها ادامه خواهد یافت. به علاوه، احتمال دارد دستگاه‌های کاملاً کاشت‌پذیر در آینده در دسترس

باشند و همچنان که راهبردهای پردازشی تازه و بهتری ایجاد می‌شوند کودکان کاربر کاشت حتی مهارت‌های بازشناسی گفتار بالاتر، افزایش ادراک موسیقی و بهبود لذت شنوایی در سکوت و نوفه<sup>۳</sup> را نشان دهند (۱۷).

کاشت‌های حلزونی و ساقه مغز شنیداری شگفتی‌های فناوری هستند که موجب بهبود کیفیت زندگی کودکان ناشنوا شده‌اند و گرچه عملکرد شنیداری پساکاشت برای هر کودک متفاوت است اثر آنها را نباید کمتر از اندازه تخمین زد. اگرچه شور و شوق برای استفاده گسترده از دستگاه‌های کاشت‌پذیر با موانع مالی زیربنایی موجود در سراسر جهان در آمیخته شده همچنان که دستگاه‌ها پیشرفت می‌کنند و دانش ما درباره دستگاه شنوایی به‌ویژه در رابطه با عصب‌شکل‌پذیری<sup>۴</sup> دستگاه عصبی مرکزی افزایش می‌یابد کودکان بیشتری به این فناوری‌ها دسترسی پیدا می‌کنند. این دستگاه‌ها به نوتوانبخشی کودکان کمک مؤثری می‌کنند و گرچه از مخالفت فرهنگ ناشنوایان با دستگاه‌های کاشت‌پذیر کاسته شده هنوز هم شنوایی‌شناسان باید از تردید و مجادله موجود در جامعه ناشنوایان که می‌تواند بر کل جامعه اثرگذار باشد آگاه باشند (۲۳).

## References

1. Shepherd RK, Meltzer NE, Fallon JB, Ryugo DK. Consequences of deafness and electrical stimulation on the peripheral and central auditory system. *Cochlear implants*;2006;2:25-39.
2. Christiansen J, Leigh IW, Spencer PE. History of cochlear implants. *Cochlear implants in children: Ethics and choices*. 2002:15-44.
3. Marschark M. Raising and educating a deaf child: A comprehensive guide to the choices, controversies, and decisions faced by parents and educators: Oxford University Press. 2007.
4. Eisen MD. History of the Cochlear Implant. In: Susan B. Waltzman, Jr. JTR, editors. *Cochlear Implants*. third ed. New York: Thieme Medical Publishers, Inc. 2014:11.
5. Eisenberg LS. The contributions of William F. House to the field of implantable auditory devices. *Hearing research*. 2015;322:52-56.
6. Osberger MJ, Koch DB. *Cochlear implants. Textbook of Hearing Aid Amplification*. 3 rd. San Diego: Plural Publishing, Inc. 2000:673-703.

3- Noise

4- Neuroplasticity

1- Degeneration

2- Power Requirements

7. Waltzman S. Speech Perception in Children with Cochlear Implants. In: S. Waltzman, Roland JT, editors. Cochlear implants: Thieme Medical Publisher. 2004:146-152.
8. Slinger Y. Changing Considerations for Cochlear Implant Candidacy: Age, Hearing Level & Auditory Neuropathy. In: R.Seewald, J.Gravel, editors. A Sound Foundation Through Early Amplification: Proceedings: Phonak AG. 2002:187-194.
9. Northern JL. Hearing in Children. Sixth ed. San Diego: Plural Publishing, Inc. 2014: 464-476.
10. Jerry L, Northern Downs MP. Hearing in Children. sixth ed. San Diego: Plural Publishing, Inc. 2014.
11. Colletti V, Carner M, Miorelli V, Guida M, Colletti L, Fiorino FG. Cochlear implantation at under 12 months: report on 10 patients. The Laryngoscope. 2005;115(3):445-449.
12. Gifford RH. Cochlear Implant candidate selection. In: Michael J. Ruckenstein, editor. Cochlear Implants and Other Implantable Hearing Device: Plural Publishing, Inc. 2012: 87.
13. Niparko JK, Lingua C, Carpenter RM. Assessment of candidacy for cochlear implantation. Cochlear Implants: Principles & Practice. 2009;2:137-46.
14. Peters RR. Bilateral Cochlear Implantation. In: RuCkensteln MJ, editor. Cochlear Implants and Other Implantable Hearing Devices. San Diego: Plural Publishing, Inc. 2012:191-197.
15. Easwar V, Yamazaki H, Deighton M, Papsin B, Gordon K. Simultaneous bilateral cochlear implants: Developmental advances do not yet achieve normal cortical processing. Brain and behavior. 2017;7(4).
16. Santa Maria PL, Oghalai JS. When is the best timing for the second implant in pediatric bilateral cochlear implantation?. The Laryngoscope. 2014 Jul;124(7):1511-1512.
17. Zwolan TA. Implantable Hearing Devices. In: Katz J, Chasin M, English K, Hood LJ, Tillery KL, editors. Handbook of Clinical Audiology. 7th ed: Wolters Kluwer Health. 2015: 823.
18. Van de Heyning P, Punte AK. Electric acoustic stimulation: a new era in prosthetic hearing rehabilitation. In Cochlear Implants and Hearing Preservation. Switzerland: S. Karger AG, 2010:10.
19. Woodson EA, Reiss LA, Turner CW, Gfeller K, Gantz BJ. The Hybrid cochlear implant: a review. In Cochlear Implants and Hearing Preservation. S. Karger AG. 2010:125-134.
20. Skarzynski H, Lorens A. Electric Acoustic Stimulation in Children. In: Heyning PVd, Punte AK, editors. Cochlear Implants and Hearing Preservation: S. Karger AG. 2010:135-143.
21. Rodgers SD, Roland Jr. JT. Auditory Brainstem Implants. In: Waltzman; SB, Roland JT, editors. Cochlear Implants. 3rd ed. New York: Thieme Medical Publishers, Inc. 2014: 213.
22. Clair E, Golfinos J, Roland JT. Auditory Brainstem Implants. In: Waltzman SB, Roland JT, editors. Cochlear Implants. 2nd ed: Thieme Medical Publishers, Inc. 2006:222.
23. Samy RN. Cochlear Implants and Auditory Brainstem Implants In: Myles L. Pensak Choo. DI, editors. Clinical Otology. 4th ed: Thieme Medical Publishers, Inc. 2015:421-429.